Universidad de Oriente

Núcleo-Anzoátegui

Departamento de Ingeniería y Ciencias Aplicadas

Escuela de Ingeniería Química

Laboratorio de Química Orgánica

PRÁCTICA 1
MEDICIÓN DE PROPIEDADES FÍSICAS DE SUSTANCIAS PURAS. CAMBIOS DE FASE. CALIBRACIÓN DEL TERMÓMETRO

Profesor: Luis Peña.

Sección: 20

Integrantes:

Vivas, Carla C.I: 31.905.241

González, Victoria C.I: 31.832.114

Cabrera, Rebeca C.I: 31.858.194

Barcelona, noviembre de 2024.

ÍNDICE

Págs.

CAPÍTULO 1. INTRODUCCIÓN..... 4
INTRODUCCIÓN..... 4
OBJETIVOS..... 4
CAPÍTULO 2. MARCO TEÓRICO..... 5
2.1 Sustancias puras..... 5
2.2 Propiedades de las sustancias puras..... 5
2.2.1 Las propiedades físicas..... 5
2.3 Cambios de fase..... 7
2.3.1 Tipos de cambios de fase..... 7
2.3.2 Factores que afectan los cambios de fase..... 7
2.4 Termómetro..... 8
2.4.1 Calibración..... 8
2.5 Identificación de un compuesto desconocido..... 8
CAPÍTULO 3. PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL..... 10
3.1 Materiales, equipos y sustancias a utilizar..... 10
3.2 Tabla de propiedades físicas..... 10
3.3 Procedimiento experimental..... 11
3.3.1 Calibración del termómetro..... 11
3.3.2 Sublimación del naftaleno..... 15

3.3.3 Peso específico..... 16

3.3.4 Punto de ebullición por el método de microcómputos..... 17

3.4 Datos experimentales..... 17

3.4.1 Calibración del termómetro..... 17

3.4.2 Peso específico..... 18

CAPÍTULO 4. ANÁLISIS DE RESULTADOS..... 20

4.1 Calibración del termómetro..... 20

4.2 Sublimación del naftaleno..... 20

4.3 Peso específico..... 21

4.4 Punto de ebullición por el método de microcómputos..... 21

4.5 Post-Laboratorio..... 21

CAPÍTULO 5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES..... 24

5.1 CONCLUSIONES..... 24

5.2 RECOMENDACIONES..... 24

BIBLIOGRAFÍA..... 25

ANEXOS..... 27

CAPÍTULO 1. INTRODUCCIÓN

INTRODUCCIÓN

El presente informe de laboratorio tiene como propósito abordar diversas técnicas y métodos experimentales que permiten analizar propiedades físicas de las sustancias bajo estudio. En primer lugar, se llevará a cabo la calibración de un termómetro, un instrumento esencial en la medición precisa de temperaturas. Posteriormente, se procederá a la identificación de un compuesto desconocido, mediante la determinación de su temperatura de ebullición, lo cual proporcionará información vital sobre su naturaleza y características.

Además, se explorará el fenómeno de la sublimación, un proceso de transición de estado en el cual una sustancia pasa de sólido a gas sin pasar por el estado líquido. Este estudio no solo es fundamental para comprender los cambios de fase, sino que también tiene aplicaciones prácticas en la purificación de compuestos.

Finalmente, se determinará el peso específico de una sustancia, una propiedad física que permite evaluar su densidad en relación con su volumen. A través de la realización de estos experimentos, se busca desarrollar habilidades prácticas, reforzar conceptos teóricos y fomentar un entendimiento de las propiedades físicas y comportamientos de las sustancias en el laboratorio.

OBJETIVOS

1. Calibrar un termómetro, mediante la medición de algunas propiedades físicas para ciertas y determinadas sustancias.
2. Identificar un compuesto desconocido, a través de la determinación de la temperatura de ebullición.
3. Estudiar la sublimación.
4. Determinar el peso específico de una sustancia.

CAPÍTULO 2. MARCO TEÓRICO

2.1 Sustancias puras

Las sustancias se caracterizan por sus propiedades y su composición. Las sustancias puras están formadas por átomos o moléculas todas iguales, tienen propiedades específicas que las caracterizan y no pueden separarse en otras sustancias por procedimientos físicos. Las sustancias puras se clasifican en elementos y compuestos.

Una sustancia que tiene una composición fija recibe el nombre de sustancia pura, el agua, el nitrógeno, el helio y el bióxido de carbono son sustancias puras.

Una sustancia pura no tiene que ser de un solo elemento o compuesto químico. Una mezcla de diferentes elementos o compuestos químicos también es una sustancia pura, siempre que la mezcla sea homogénea

2.2 Propiedades de las sustancias puras

Son las características intrínsecas que definen a una sustancia en su estado más puro, libre de impurezas o mezclas con otras sustancias. Estas propiedades son fundamentales para comprender y predecir el comportamiento de las sustancias en diferentes condiciones. Hay numerosas propiedades que se pueden observar y medir en sustancias puras, cada una juega un papel crucial al describir cómo una sustancia se va a comportar ante diferentes influencias. Pueden ser propiedades físicas o químicas.

Por ejemplo, el cobre puro es siempre un sólido de color marrón rojizo (una propiedad física) y siempre se disuelve en ácido nítrico diluido para producir una solución azul y un gas marrón (una propiedad química).

2.2.1 Las propiedades físicas

Son aquellas que se pueden medir u observar sin cambiar la composición de la sustancia. Las cuales son:

- Densidad: es una propiedad física fundamental que se define como la cantidad de masa contenida en un volumen determinado de una sustancia.
- Punto de fusión: Es la temperatura a la cual un sólido se convierte en líquido. Este cambio de estado ocurre a una temperatura constante y es una propiedad intensiva, lo que significa que no depende de la cantidad de sustancia presente. Por ejemplo, el hielo tiene un punto de fusión de 0 °C, lo que significa que, a esta temperatura, el hielo comenzará a derretirse y convertirse en agua. Durante el proceso de fusión, la temperatura se mantiene constante hasta que toda la sustancia se ha convertido en líquido.
- Punto de ebullición: es la temperatura a la cual un líquido se convierte en vapor. Al igual que el punto de fusión, el punto de ebullición es característico de cada sustancia y puede variar con la presión. Por ejemplo, el agua tiene un punto de ebullición de 100 °C a presión atmosférica normal. Sin embargo, este punto puede cambiar en altitudes más elevadas, donde la presión es menor, lo que provoca que el agua hierva a temperaturas más bajas.
- Color y forma cristalina: son propiedades físicas que pueden ser observadas a simple vista o mediante el sentido del olfato. Estas propiedades son útiles para la identificación de sustancias, aunque pueden ser subjetivas y variar entre diferentes observadores. Por ejemplo, el color de un líquido puede indicar su pureza o la presencia de impurezas, mientras que el olor puede proporcionar información sobre la naturaleza química de una sustancia.
- Solubilidad: es la capacidad de una sustancia (el soluto) para disolverse en otro (el solvente) a una temperatura y presión específicas. Se expresa comprimido en gramos de soluto por 100 gramos de solvente. La solubilidad es una propiedad importante en química, biología y en procesos industriales, ya que afecta la forma en que las sustancias interactúan entre sí. Por ejemplo, la sal (cloruro de sodio) es soluble en agua, lo que significa que se disuelve en ella, mientras que el aceite no se disuelve en agua. La solubilidad puede verse afectada por factores como la temperatura y la presión; generalmente, la solubilidad de los sólidos en líquidos

aumenta con la temperatura, mientras que la solubilidad de los gases en líquidos disminuye con el aumento de la temperatura.

2.3 Cambios de fase

Los cambios de fase son procesos físicos que implican la transición de una sustancia de un estado de agregación a otra, como de sólido a líquido, de líquido a gas, o viceversa. Estos cambios son fundamentales en la química y la termodinámica, ya que están relacionados con las variaciones en la temperatura y la presión que afectan las propiedades de las sustancias.

2.3.1 Tipos de cambios de fase

- Fusión: es el proceso mediante el cual un sólido se convierte en líquido al absorbente calor. Este cambio ocurre a una temperatura específica conocida como punto de fusión. Por ejemplo: el hielo se funde a 0 °C para convertirse en agua.
- Solidificación: es el proceso inverso a la fusión, donde un líquido se convierte en sólido al liberar calor. Este cambio ocurre a una temperatura específica conocida como punto de solidificación.
- Evaporación: es la transición de un líquido a gas que ocurre en la superficie del líquido a cualquier temperatura, aunque se acelera con el aumento de la temperatura. Este proceso es importante en fenómenos como la formación de nubes y la regulación de la temperatura en los seres vivos.
- Condensación: es el proceso en el que un gas se convierte en líquido al perder calor. Este fenómeno es observable en la formación de gotas de agua en superficies frías.
- Sublimación: es el cambio de fase en el que una sustancia sólida se convierte directamente en gas sin pasar por el estado líquido. Un ejemplo común es el yodo, que sublima al calentarse.
- Deposición: Es el proceso inverso a la sublimación, donde un gas se convierte directamente en sólido. Este fenómeno se observa en la formación de escarcha.

2.3.2 Factores que afectan los cambios de fase:

Los cambios de fase dependen de varios factores, principalmente de la temperatura y la presión. Cada sustancia tiene un diagrama de fases que muestra las condiciones bajo las cuales pueden existir en cada estado de agregación. Por ejemplo, el agua puede existir como hielo, agua líquida o vapor de agua, dependiendo de la temperatura y la presión a las que se encuentre.

2.4 Termómetro

Un termómetro es un instrumento diseñado para medir la temperatura de un sistema de manera cuantitativa. Su funcionamiento se basa en la detección de cambios físicos en una sustancia que ocurre con variaciones de temperatura. Por ejemplo, muchos termómetros utilizan líquidos como mercurio o alcohol, que se expanden o contraen

Los termómetros se utilizan en una amplia gama de aplicaciones, desde la meteorología hasta la medicina, y son esenciales en laboratorios para realizar experimentos que requieren un control preciso de la temperatura. La calibración y el mantenimiento adecuado de estos instrumentos son cruciales para asegurar mediciones precisas y confiables.

2.4.1 Calibración

Es el conjunto de operaciones que establecen, bajo condiciones especificadas, la relación entre los valores de magnitudes indicados por un instrumento o sistema de medición. El objetivo de la calibración es mantener y verificar el buen funcionamiento de los equipos, responder los requisitos establecidos en las normas de calidad y garantizar la fiabilidad y la trazabilidad de las medidas.

La calibración de un termómetro es un proceso crítico que asegura la precisión y exactitud de las mediciones de temperatura. Un termómetro de laboratorio, que generalmente consiste en un tubo de vidrio con un bulbo que contiene un líquido (como mercurio o alcohol), debe ser calibrado para garantizar que las lecturas sean confiables.

2.5 Identificación de un compuesto desconocido

La determinación de la temperatura de ebullición es una técnica utilizada para identificar compuestos desconocidos. Cada sustancia tiene una temperatura de ebullición característica que puede ser utilizada como un identificador. Este método se basa en el principio de que la temperatura de ebullición de un líquido es la temperatura a la cual su presión de vapor iguala la presión atmosférica.

Para llevar a cabo esta identificación, se calienta el compuesto hasta que comienza a hervir y se registra la temperatura. Comparando esta temperatura con las tablas de datos de los compuestos conocidos, se puede inferir la identidad del compuesto desconocido.

CAPÍTULO 3. PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL

3.1 Materiales, equipos y sustancias a utilizar:

Materiales y equipos	**Sustancias**
Tubos de ensayo	Úrea
Aro y rejilla	Naftaleno
Corcho taladrado	Ácido acetilsalicílico
Espátula	2-butanona
Papel de filtro	Cloroformo
Termómetro	Ácido salicílico
Mechero	Agua destilada
Balanza	Aceite
Vidrio de reloj	Hielo
Varilla	
Beakers	
Platos porosos	
Aparato de Thiele	
Capilares	
Picnómetro	

Tabla 1. Materiales, equipos y sustancias a utilizar.

3.2 Tabla de propiedades físicas:

Sustancia	Fórmula química	Masa molar (g/mol)	Densidad (g/cm^3)	Punto de Fusión (°C)	Punto de Ebullición (°C)	Solubilidad	
						en Agua (g/100 mL)	Otros Reactivos
Agua	H_2O	18.02	1	0	100	Totalmente miscible	Muchos compuestos iónicos y polares

Urea	$CO(NH_2)_2$	60.03	1.33	133	170 (se descompone)	Muy soluble (108 g a 20°C)	Alcohol, benceno
Naftaleno	$C_{10}H_8$	128.17	1.14	80.2	217.9	Muy poco soluble	Éter, benceno, cloroformo
Ácido acetilsalicílico (Aspirina)	$C_9H_8O_4$	180.16	1.40	136	Sublima	Poco soluble (0.25 g a 15°C)	Alcohol, éter
2-butanona	C_4H_8O	72.11	0.805	-86.5	79.6	Moderadamente soluble	La mayoría de los solventes orgánicos
Cloroformo	$CHCl_3$	119.38	1.49	-63.5	61.2	Poco soluble	Éter, alcohol, aceites
Ácido salicílico	$C_7H_6O_3$	138.12	1.44	159	Sublima	Poco soluble (0.22 g a 20°C)	Alcohol, éter, soluciones alcalinas

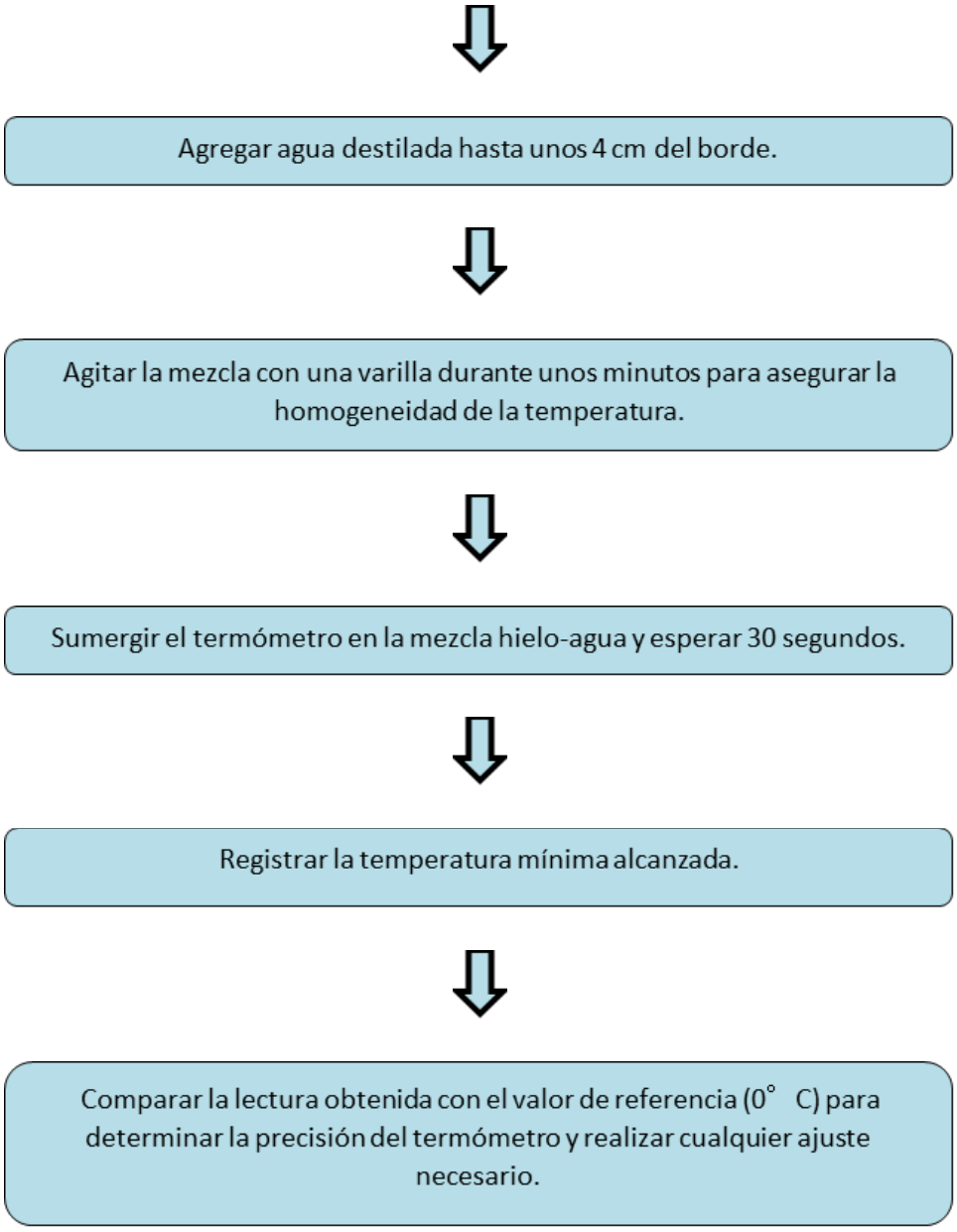
Tabla 2. Propiedades físicas y químicas.

3.3 Procedimiento experimental:

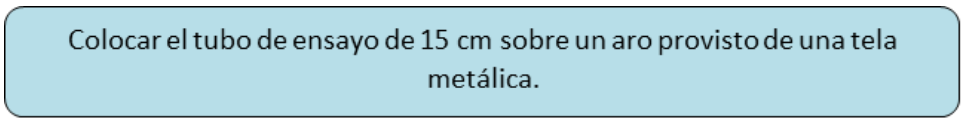
3.3.1 Calibración del termómetro:

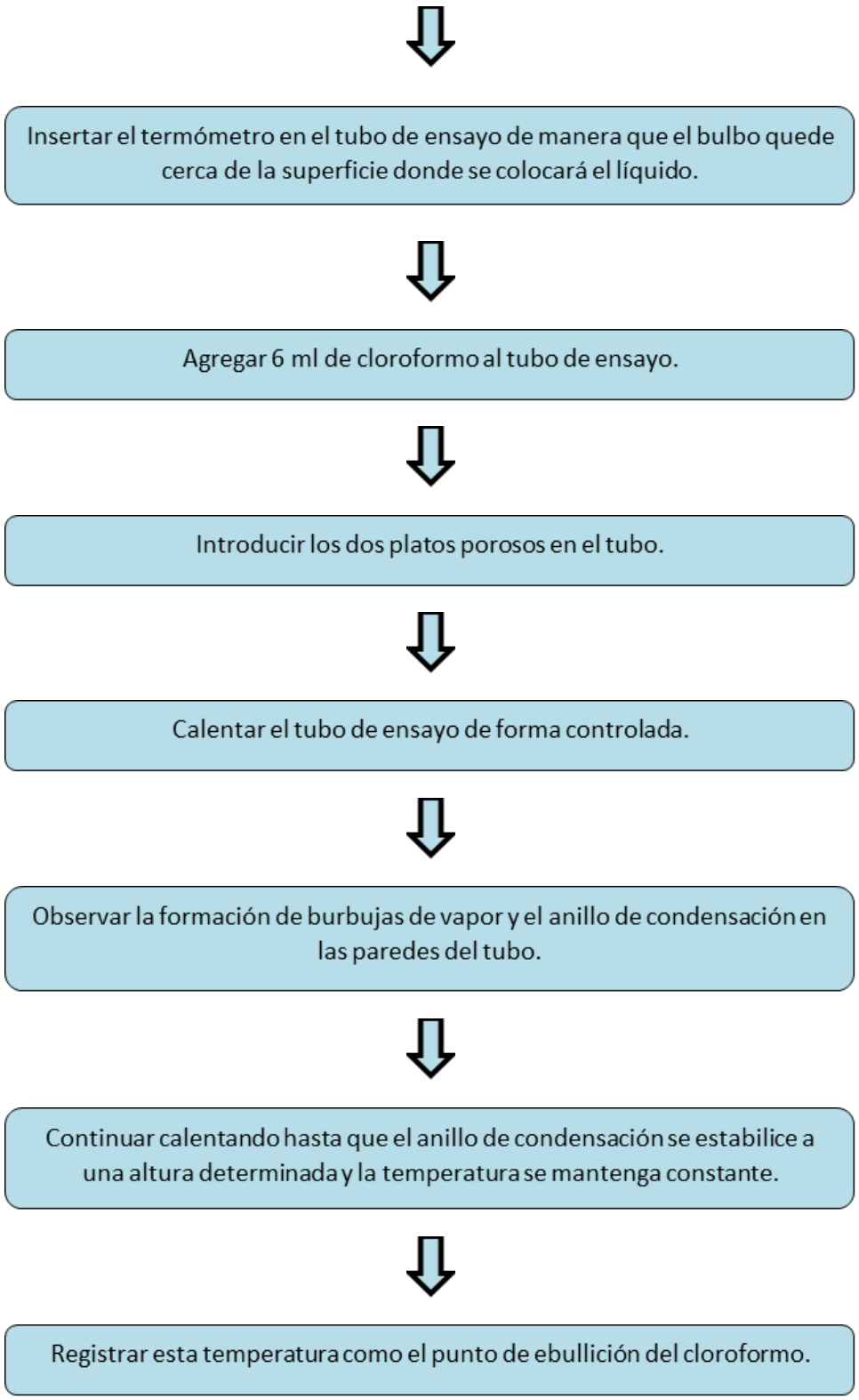
A. Punto de fusión del agua:

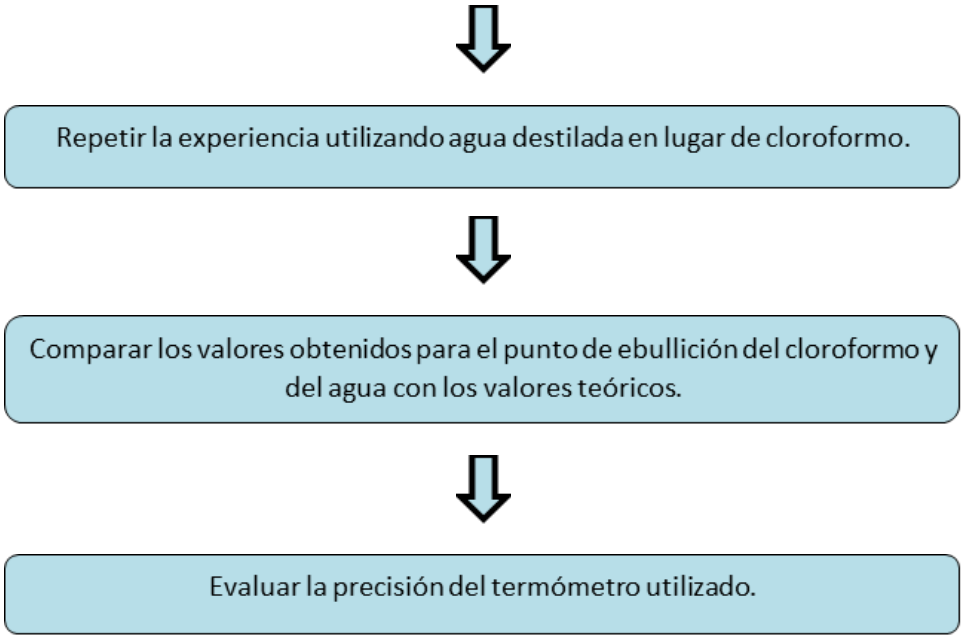
Llenar un vaso de 400 ml con hielo picado.



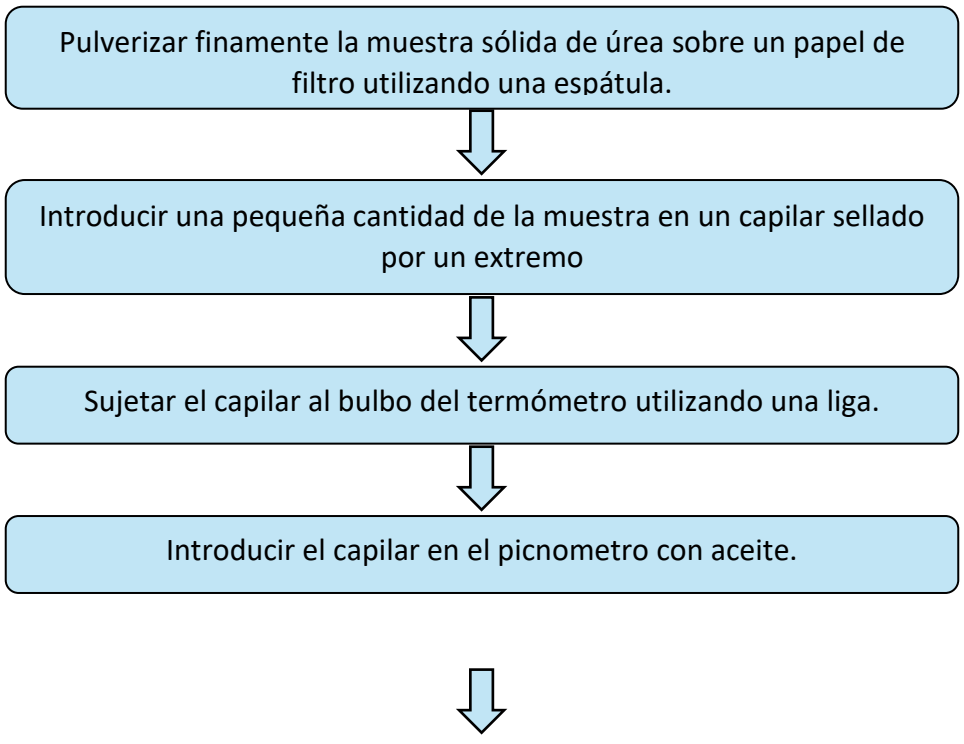
B. Punto de ebullición:

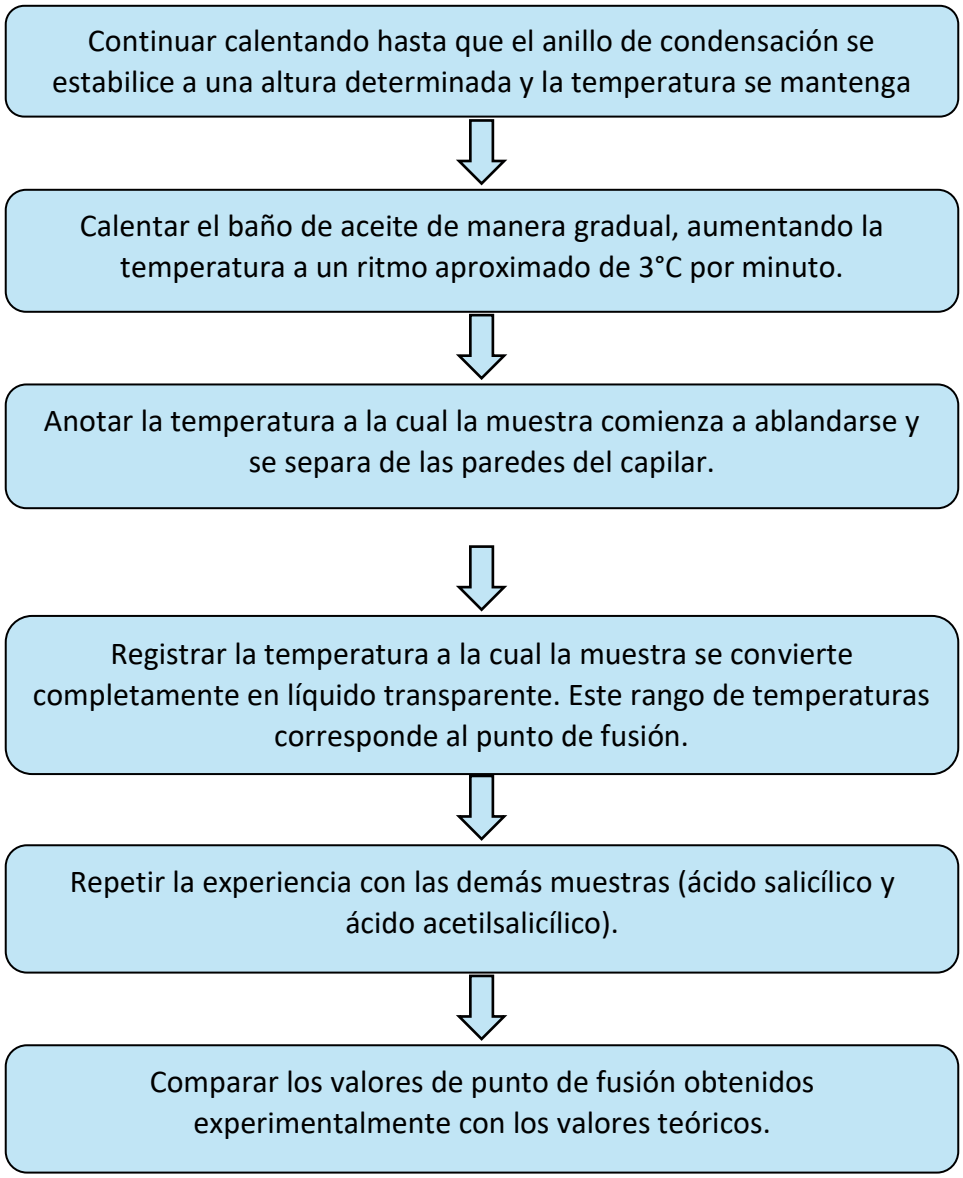



Insertar el termómetro en el tubo de ensayo de manera que el bulbo quede cerca de la superficie donde se colocará el líquido.
Agregar 6 ml de cloroformo al tubo de ensayo.
Introducir los dos platos porosos en el tubo.
Calentar el tubo de ensayo de forma controlada.
Observar la formación de burbujas de vapor y el anillo de condensación en las paredes del tubo.
Continuar calentando hasta que el anillo de condensación se estabilice a una altura determinada y la temperatura se mantenga constante.
Registrar esta temperatura como el punto de ebullición del cloroformo.

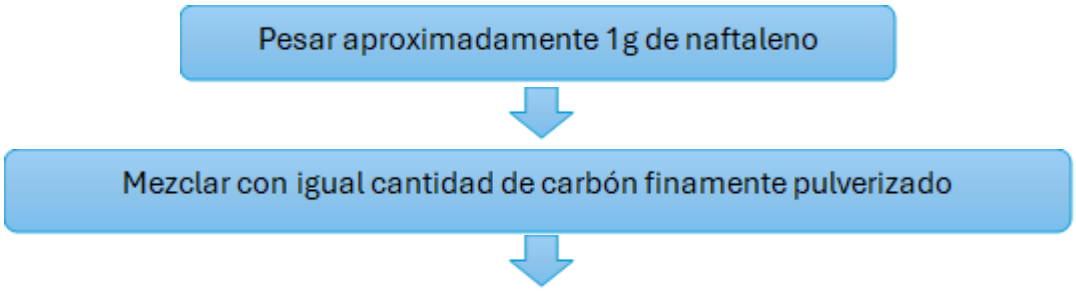


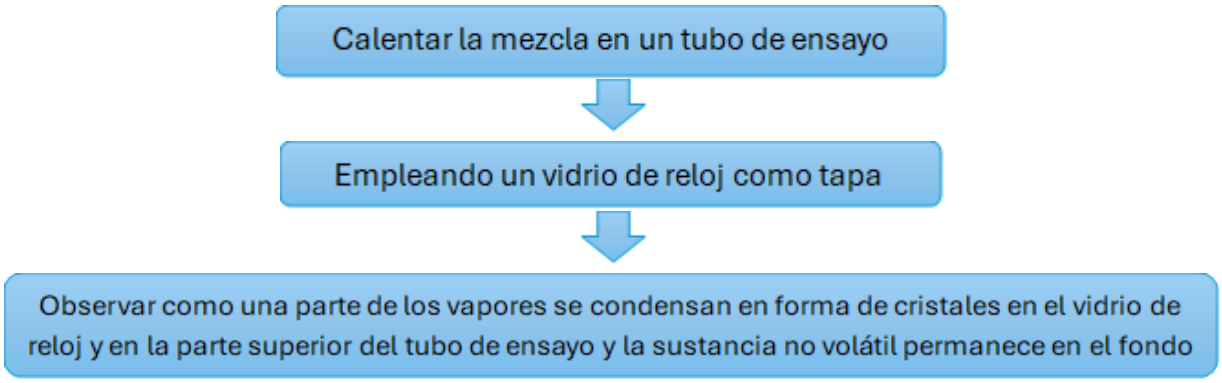
C. Punto de fusión:



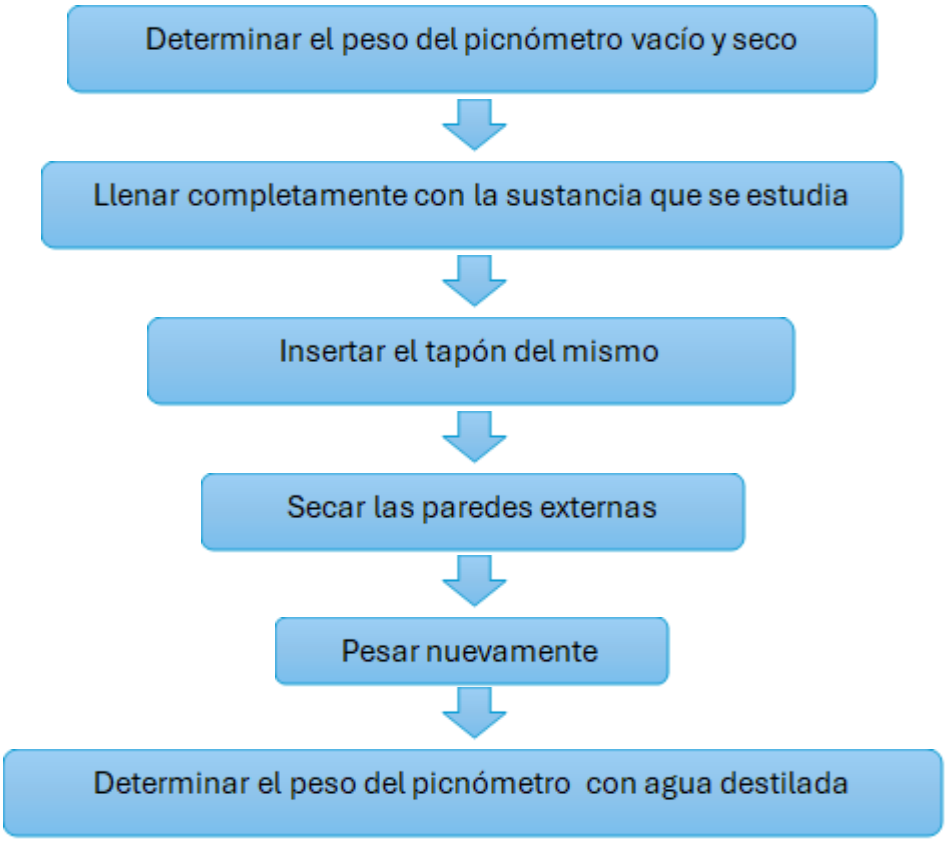


3.3.2 Sublimación del naftaleno

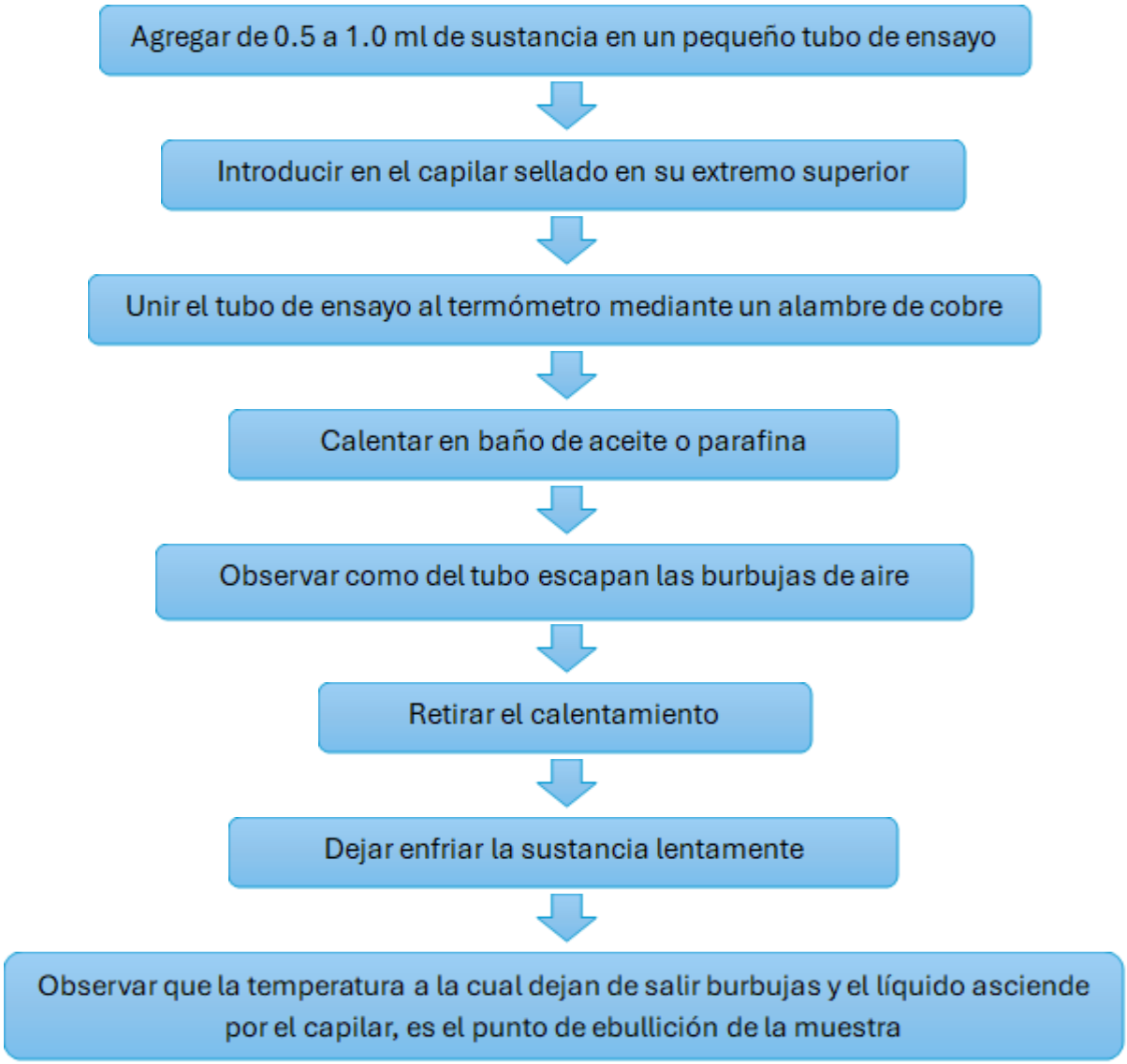




3.3.3 Peso especifico



3.3.4 Punto de ebullición por el método de microcómputos:



3.4 Datos experimentales

3.4.1 Calibración del termómetro

No. De muestras	Punto de fusión del agua (°C)	
	Valor obtenido	Valor teórico (1 atm)
1		0
2		0

3		0

Tabla 3. Datos obtenidos de la experiencia del punto de fusión.

No. De muestras	Punto de ebullición del agua (°C)		Punto de ebullición del cloroformo (°C)	
	Valor obtenido	Valor teórico (1 atm)	Valor obtenido	Valor teórico (1 atm)
1		100		61,2
2		100		61,2
3		100		61,2

Tabla 4. Datos obtenidos de la experiencia del punto de ebullición.

Temperatura de fusión de sólidos (°C)						
No. De Muestras	Urea		Ácido salicílico		Ácido acetilsalicílico	
	Valor obtenido	Valor teórico	Valor obtenido	Valor teórico	Valor obtenido	Valor teórico
1		133		158,6		136
2		133		158,6		136
3		133		158,6		136
4		133		158,6		136

Tabla 5. Datos obtenidos de la experiencia del punto de fusión de sólidos.

3.4.1 Peso específico

Masa obtenida de la balanza analítica		
Masa picnómetro vacío (g)	Masa picnómetro + agua (g)	Masa picnómetro + sustancia (g)

Tabla 5. Datos obtenidos de la experiencia del peso específico

- Cálculos necesarios

Determinación del peso específico de la muestra desconocida mediante la siguiente expresión:

$$\text{Peso específico } 20°C/20°C = \frac{\text{Peso del picnómetro con muestra} - \text{Peso vacío}}{\text{Peso del picnómetro con agua} - \text{Peso vacío}}$$

CAPÍTULO 4. ANÁLISIS DE RESULTADOS

4.1 Calibración del termómetro

A. Punto de fusión del agua

Se verifica la precisión de un termómetro al compararlo con un punto de referencia conocido: la temperatura de una mezcla de hielo y agua en equilibrio térmico (0°C). Si las lecturas obtenidas están cercanas a 0°C, se puede concluir que el termómetro está calibrado correctamente en ese punto. Si las lecturas se desvían significativamente de 0°C, el termómetro presenta un error de calibración.

B. Punto de ebullición:

El experimento busca determinar el punto de ebullición del cloroformo y del agua destilada. Se emplean platos porosos para facilitar la formación de burbujas de vapor y se utiliza un termómetro para registrar la temperatura a la cual se produce la ebullición. Al comparar los resultados obtenidos con los valores teóricos, se puede evaluar la precisión del termómetro en el rango de temperatura entre 0 y 100°C.

C. Punto de fusión:

Al determinar los puntos de fusión de diversas sustancias sólidas y compararlos con los valores teóricos, se puede construir una curva de calibración para el termómetro en el rango de temperatura de 100 a 200°C. La presencia de impurezas en las sustancias puede afectar el punto de fusión, haciéndolo más amplio y disminuyendo la temperatura de fusión.

4.2 Sublimación del naftaleno

El experimento busca demostrar el proceso de sublimación utilizando una mezcla de naftaleno y carbón. Al calentar la mezcla, el naftaleno, al ser una sustancia que sublima fácilmente, pasa directamente del estado sólido al gaseoso. Los vapores de naftaleno luego se condensan en las partes más frías del tubo de ensayo y del vidrio de reloj, formando cristales. Por otro lado, el carbón, al ser no volátil, permanece en el fondo del tubo en estado sólido.

4.3 Peso especifico

El experimento busca determinar el peso específico de una sustancia utilizando un picnómetro. Este método se basa en comparar el peso de un volumen conocido de la sustancia con el peso del mismo volumen de agua destilada.

4.4 Punto de ebullición por el método de microcómputos

El método de microcómputos para determinar el punto de ebullición ofrece una alternativa eficiente y precisa a los métodos tradicionales. Sin embargo, es importante considerar los factores que pueden influir en los resultados y realizar una calibración adecuada del equipo para obtener datos confiables.

4.5 Post-Laboratorio:

- Defina:

a) Presión de vapor: es la presión a la que a cada temperatura la fase líquida y vapor se encuentran en equilibrio dinámico; su valor es independiente de las cantidades de líquido y vapor presentes mientras existan ambas. Este fenómeno también lo presentan los sólidos; cuando un sólido pasa al estado gaseoso sin pasar por el estado líquido, proceso denominado "sublimación" o el proceso inverso llamado "deposición", también se produce una presión de vapor.
b) Presión parcial: es la presión ejercida por un gas individual dentro de una mezcla de gases. En una mezcla de gases, cada gas constituyente tiene una presión parcial que es la presión teórica de ese gas si ocupase por sí solo el volumen completo de la mezcla original, a la misma temperatura.
c) Punto de ebullición: es la temperatura a la que un líquido cambia de fase a gas. La ebullición ocurre cuando la presión de vapor de un líquido es igual a la presión atmosférica del gas fuera de él.
d) Punto de ebullición normal: es la temperatura de ebullición cuando la presión de su entorno es una atmósfera (1 atm), es decir, es la presión atmosférica normal a nivel del mar. El punto de ebullición normal del agua es 100°C; mientras, el punto de ebullición normal del etanol es 78,3°C.

e) Punto de fusión: el punto de fusión de una sustancia es la temperatura a la que cambia de estado de sólido a líquido. En el punto de fusión, la fase sólida y líquida existen en equilibrio. El punto de fusión de una sustancia depende de la presión y generalmente se especifica a una presión estándar como 1atm.
f) Punto de congelación: es la temperatura a la que un líquido se solidifica debido a una reducción de energía. El punto de congelación varía dependiendo de la densidad del líquido.
g) Sublimación: es la transición de una sustancia que pasa directamente del estado sólido al estado gaseoso, sin pasar por el estado líquido. La sublimación se produce por la absorción de calor que proporciona la energía suficiente para que algunas moléculas superen las fuerzas de atracción de sus vecinas y escapen a la fase de vapor.
h) Densidad: es una magnitud escalar referida a la cantidad de masa en un determinado volumen de una sustancia o un objeto sólido.
i) Peso específico: es la relación existente entre el peso y el volumen que ocupa una sustancia en el espacio. Es el peso de cierta cantidad de sustancia dividido por el volumen que ocupa. El cálculo del peso específico requiere de otras propiedades de la sustancia, como la densidad y la masa.
j) Índice de refracción: es una característica óptica de una sustancia que se define como la relación entre la velocidad de la luz en un vacío y la velocidad de la luz en una sustancia. Es una medida de cuánto se reduce la velocidad de la luz al pasar por un medio.

- Influencia de la presión y estructura sobre el punto de ebullición

El punto de ebullición de una sustancia, es decir, la temperatura a la cual pasa de estado líquido a gaseoso está relacionado con la presión a la que se encuentra y con la estructura molecular de la sustancia en cuestión. A mayor presión, mayor es el punto de ebullición. Esto se debe a que para que un líquido hierva, su presión de vapor debe igualar la presión externa. Si se aumenta la presión externa, las moléculas del líquido necesitarán más energía (por lo tanto, mayor temperatura) para vencer esa presión y pasar al estado gaseoso.

Ejemplo: El agua hierve a 100°C al nivel del mar, pero a mayor altitud (menor presión atmosférica), el punto de ebullición disminuye.

- Influencia de la presión y el efecto de las impurezas en el punto de ebullición:

La presencia de impurezas en un líquido también afecta su punto de ebullición. Generalmente, las impurezas aumentan el punto de ebullición. Esto se debe a que las partículas de soluto ocupan parte de la superficie del líquido, reduciendo el número de moléculas de solvente que pueden escapar a la fase gaseosa. Esto disminuye la presión de vapor del líquido y, en consecuencia, se requiere una temperatura más alta para alcanzar la presión atmosférica y que ocurra la ebullición, a esto se le conoce como aumento ebulloscópico, también llamado como ascenso ebulloscópico, es el aumento del punto de ebullición que experimenta un solvente puro, al formar una solución con un soluto determinado.

Ejemplo: El agua con sal hierve a mayor temperatura que el agua sin sal, este es el más conocido ejemplo de ascenso ebulloscópico. La magnitud de la elevación del punto de ebullición se obtiene al calcular la diferencia entre la temperatura de ebullición de la solución y la del solvente puro.

CAPÍTULO 5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 CONCLUSIONES

- A través de la medición del punto de ebullición y el punto de fusión del agua u el cloroformo se pudo calibrar un termómetro.
- Al conocer el punto de fusión de diferentes sustancias como la urea, el ácido salicílico, el ácido acetilsalicílico y la aspirina, se pudo determinar la pureza de cada una de ellas.
- Se estudio la sublimación y cristalización del naftaleno al realizar este proceso se pudo observar cómo al calentar el tubo de ensayo se condenso en forma de cristales en el vidrio de reloj utilizado para tapar el tubo.
- Se pudo identificar el peso específico de una sustancia utilizando el método del picnómetro
- Se empleo el método de microcómputos, un método más digital y automático utilizado para medir la temperatura en la que una sustancia hierve.

5.2 RECOMENDACIONES

- Verificar que los equipos y sustancias a utilizar estén disponibles y en buen estado antes de comenzar la práctica.
- Trabajar con precaución con las sustancias puras.
- Realizar observaciones y registros detallados de la experiencia.

BIBLIOGRAFÍA

Libretexts. (2022, 29 abril). *1.3: Las propiedades físicas y químicas*. LibreTexts Español. https://espanol.libretexts.org/Quimica/Libro%3A_Qu%C3%ADmica_General_(OpenSTAX)/01%3A_Esencia_de_la_Quimica/1.3%3A_Las_propiedades_fisicas_y_quimicas

Rhoton, S. (2023, 20 abril). *Qué son las Sustancias Puras: Elementos y Compuestos*. Enciclopedia Significados. https://www.significados.com/que-son-sustancias-puras/

Cambios de fase - Labster. (s. f.). https://theory.labster.com/es/phase_changes/

Cambios de fase: Sólido, Líquido | StudySmarter. (s. f.). StudySmarter ES. https://www.studysmarter.es/resumenes/quimica/quimica-fisica/cambios-de-fase/

Stéphane, M. (2024, 29 agosto). *Calibración: definición e importancia de la calibración en la medición | Fuji Electric*. Fuji Electric. https://www.fujielectric.fr/es/blog/calibracion-definicion-importancia-calibracion-medicion/

¿Qué es un termómetro? | HANNA Instruments Colombia. (s. f.-b). https://www.hannacolombia.com/blog/post/999/que-es-termometro?srsltid=AfmBOoqGap2EGoif8EG-1GF60ZAo_kUpsf_4yJn73XU70IiDexobKcXW

¿Cómo se calibran los termómetros? (2021, 25 enero). Labprocess | Productos de

Laboratorio y Control de Procesos. https://www.labprocess.es/como-se-calibran-lostermometros

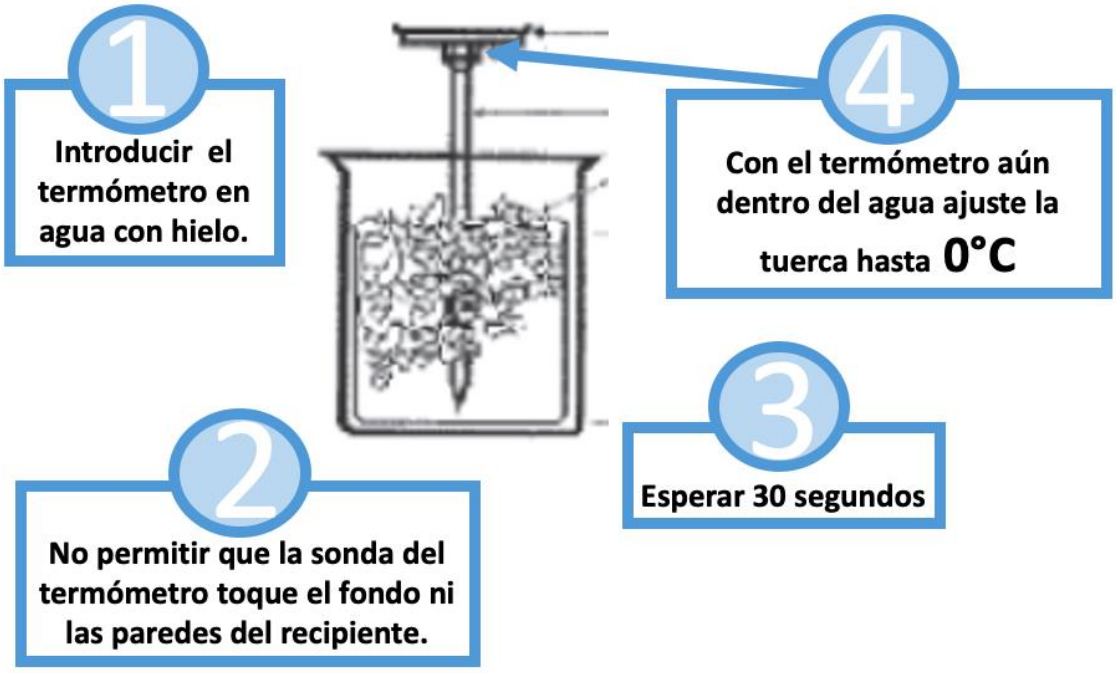
Porto, J. P., & Gardey, A. (2020, 10 enero). *Naftaleno - Qué es, definición y concepto*. Definición.de. https://definicion.de/naftaleno/

Álvarez, D. O. (2024, 24 octubre). *Sublimación - Definiciones de físico-química, psicoanálisis, diseño*. Concepto. https://concepto.de/sublimacion/#ixzz8qriag7up

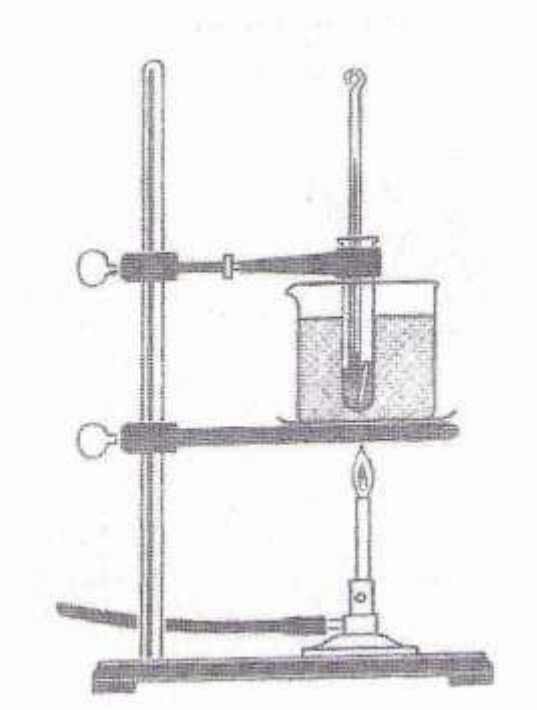
Materia, T. (2021, 30 junio). *Peso específico: qué es y cómo se calcula (con tabla de ejemplos)*. Toda Materia. https://www.todamateria.com/peso-especifico/

ANEXOS

Anexo B. Cambios de fase.



Anexo B. Calibración del termómetro con el punto de fusión del agua.



Anexo C. Determinación del punto de ebullición.